

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

56

(11)Publication number : 2000-131607

(43)Date of publication of application : 12.05.2000

(51)Int.Cl.

G02B 13/22

G02B 13/24

G03F 7/207

H01L 21/027

(21)Application number : 10-306523

(71)Applicant : NIKON CORP

(22)Date of filing : 28.10.1998

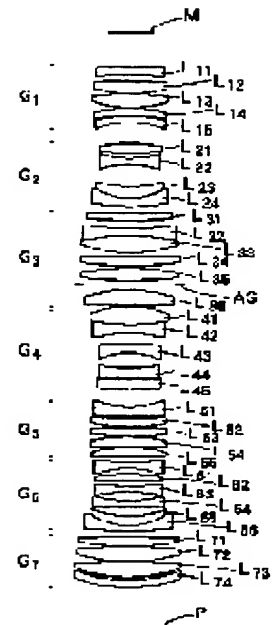
(72)Inventor : ISHIYAMA SATOSHI

## (54) PROJECTION OPTICAL SYSTEM

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To enable achromatism over a wide spectral width in a relatively wide exposure region.

SOLUTION: The projection optical system for exposing a photosensitive surface by projecting the image of the pattern surface on an original plate M to the photosensitive surface on a substrate P satisfies the conditions  $L/Ei < 7$  where L: the distance on the optical axis from the pattern surface and Ei: the diameter of the exposure region where the photosensitive surface is exposed. The projection optical system has, successively from the original M side, a first lens group G1 having positive refracting powder, a second lens group G2 having negative refracting power, a third lens group G3 having positive refracting powder, a fourth lens group G4 having positive refracting power, a fifth lens group G5 having negative refracting power, a sixth lens group G6 having negative refracting power and a seventh lens group G7 having positive refracting power.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-131607

(P2000-131607A)

(43)公開日 平成12年5月12日(2000.5.12)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テーム(参考)

G 0 2 B 13/22

G 0 2 B 13/22

2 H 0 8 7

13/24

13/24

5 F 0 4 6

G 0 3 F 7/207

G 0 3 F 7/207

H

H 0 1 L 21/027

H 0 1 L 21/30

5 1 5 D

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 11 頁)

(21)出願番号

特願平10-306523

(22)出願日

平成10年10月28日(1998. 10. 28)

(71)出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72)発明者 石山 聡

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株

式会社ニコン内

Fターム(参考) 2H087 KA21 LA01 NA02 PA15 PA16

PB20 QA01 QA07 QA18 QA19

QA21 QA25 QA37 QA41 QA45

RA32

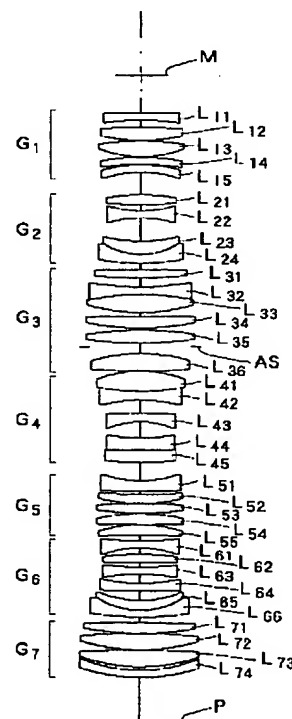
5F046 BA03 CA08 CB12 CB25

(54)【発明の名称】 投影光学系

(57)【要約】

【課題】比較的広い露光領域において、広いスペクトル幅について色消しされた投影光学系を提供する。

【解決手段】原版M上のパターン面の像を、基板P上の感光面に投影して感光面を露光する投影光学系において、L：パターン面から感光面までの光軸上の距離、E i：感光面を露光する露光領域の直径、とすると、 $L/E i < 7$ なる条件を満足する。この投影光学系は、原版M側から順に、正の屈折力を持つ第1レンズ群G<sub>1</sub>と、負の屈折力を持つ第2レンズ群G<sub>2</sub>と、正の屈折力を持つ第3レンズ群G<sub>3</sub>と、負の屈折力を持つ第4レンズ群G<sub>4</sub>と、正の屈折力を持つ第5レンズ群G<sub>5</sub>と、負の屈折力を持つ第6レンズ群G<sub>6</sub>と、正の屈折力を持つ第7レンズ群G<sub>7</sub>とを有する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】原版上のパターン面の像を、基板上の感光面に投影して該感光面を露光する投影光学系において、以下の条件を満足することを特徴とする投影光学系。

$$L/Ei < 7 \quad \cdots (1)$$

但し、L：前記パターン面から前記感光面までの光軸上の距離

Ei：前記感光面を露光する露光領域の直径である。

【請求項2】前記原版側から順に、正の屈折力を持つ第1レンズ群と、負の屈折力を持つ第2レンズ群と、正の屈折力を持つ第3レンズ群と、負の屈折力を持つ第4レンズ群と、正の屈折力を持つ第5レンズ群と、負の屈折力を持つ第6レンズ群と、正の屈折力を持つ第7レンズ群とを有することを特徴とする請求項1記載の投影光学系。

【請求項3】以下の条件を満足することを特徴とする請求項2記載の投影光学系。

$$0.6 < |f_1/f_2| < 1.5 \quad \cdots (2)$$

$$1.0 < |f_7/f_6| < 3.0 \quad \cdots (3)$$

但し、 $f_1$ ：前記第1レンズ群の焦点距離

$f_2$ ：前記第2レンズ群の焦点距離

$f_6$ ：前記第6レンズ群の焦点距離

$f_7$ ：前記第7レンズ群の焦点距離

である。

【請求項4】前記第1レンズ群のうち最も前記基板側に配置されるレンズは、該基板側に凹面を向けた負レンズであり、

前記第5レンズ群のうち最も前記原版側に配置されるレンズは、該原版側に凹面を向けた負レンズであることを特徴とする請求項2又は3記載の投影光学系。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、第1面の像を第2面に投影するための投影光学系に関するものであり、特に、レチクルやマスクなどの原版上に形成された半導体素子用のパターンや液晶表示素子用のパターンを、ウエハやガラスプレートなどの基板上に投影して、基板上の感光面を露光するのに好適な投影光学系に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】集積回路のパターンの微細化が進むに従って、ウエハやガラスプレートなどの焼き付けに用いられる投影光学系に対して要求される性能も、ますます厳しくなっている。投影光学系の解像力の向上を図るためには、露光波長 $\lambda$ をより短くするか、あるいは投影光学系の開口数(NA)をより大きくすることが考えられる。また、投影光学系においては、解像力の向上と共に、像歪を少なくすることが要求される。ここで、像歪とは、投影光学系に起因する歪曲収差によるもののほ

か、投影光学系の像側で焼き付けられるウエハの反り等によるものと、投影光学系の物体側で回路パターン等が描かれているレチクルの反り等によるものがある。近年ますます転写パターンの微細化が進み、像歪の低減要求も一段と厳しくなっている。そこで、ウエハの反りによる像歪への影響を少なくするために、投影光学系の射出瞳位置を像面から遠くに位置させる、いわゆる像側テレセントリック光学系が従来より用いられてきた。一方、レチクルの反りによる像歪の軽減についても、投影光学系の入射瞳位置を物体面から遠くに位置させる、いわゆる物体側テレセントリック光学系が提案されている。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】近年、投影光学系においては、解像力の向上と像歪の低減のほか、更に、広い露光領域が要求されており、特に液晶表示素子の製造に用いる投影光学系では、広い露光領域が要求されている。そこで本発明は、両側テレセントリックでありながら、広い露光領域にわたって諸収差を極めて良好に補正し得る高性能な投影光学系を提供することを1つの課題としている。

【0004】また、短波長の露光光を用いる投影露光装置では、紫外線吸収による蛍光放射やソラリゼーションを起こしにくく、紫外域での透過率が高い硝材の使用が要求される。したがって使用可能な硝材の種類が少なく、しかもこれらの硝材は、屈折率差が小さいために、特に色収差の補正を行うことが困難である。この問題点を解決するために従来の露光装置では、光源からの光を波長選択フィルタを通過させて、色収差を実質的に無視しう程度の狭いスペクトル幅に限定し、こうして色収差のための設計上の制約を軽減させ、他の諸収差を良好に補正している。しかしながら、露光光のスペクトル幅を狭めれば狭めるほどエネルギーロスが大きくなり、露光時間の短縮化を図ることが困難となる。そこで本発明は、比較的広い露光領域において、広いスペクトル幅について色消しされた投影光学系を提供することを別の課題とする。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】本発明は上記課題を解決するためになされたものであり、すなわち、原版上のパターン面の像を、基板上の感光面に投影して感光面を露光する投影光学系において、

L：パターン面から感光面までの光軸上の距離

Ei：感光面を露光する露光領域の直径

としたとき、

$$L/Ei < 7 \quad \cdots (1)$$

なる条件を満足することを特徴とする投影光学系である。

【0006】条件(1)は、物像間距離に比して露光領域が十分に広いことを意味している。このような投影光

光学系の具体的な構成としては、原版側から順に、正の屈折力を持つ第1レンズ群と、負の屈折力を持つ第2レンズ群と、正の屈折力を持つ第3レンズ群と、負の屈折力を持つ第4レンズ群と、正の屈折力を持つ第5レンズ群と、負の屈折力を持つ第6レンズ群と、正の屈折力を持つ第7レンズ群とを有する構成とすることができる。投影光学系の横倍率としては、例えば2倍とすることができる。そのときには、第1レンズ群から第5レンズ群までの前5群を、ほぼ等倍の両側テレセントリックな光学系とし、第6レンズ群と第7レンズ群との後2群によって、テレ比約2倍に拡大することができる。このような構成にすることで、広い露光領域を持ちながら、大きなレンズを極力使わずに済ませることができる。

【0007】次に、このような投影光学系における各レンズ群の機能について説明する。まず、正の屈折力を持つ第1レンズ群は、原版側のテレセントリック性を維持しながら、主に歪曲収差の補正に寄与している。また、正の屈折力を持つ第7レンズ群も、基板側のテレセントリック性を維持しながら、主に歪曲収差の補正に寄与している。負の屈折力を持つ第2レンズ群、第4レンズ群、第6レンズ群は、主に全系のベッツバル和を補正する機能を有し、広い露光領域にわたり像面の平坦化を図っている。正の屈折力を持つ第3レンズ群は、主に球面収差の補正に寄与するとともに、コマ収差の補正に寄与している。また、正の屈折力を持つ第5レンズ群は、主にコマ収差の補正に寄与しており、光線をなめらかに通すことによってコマの発生を極力抑えている。

【0008】次に、本発明においては、

$f_i$ : 第*i*レンズ群の焦点距離 ( $i=1\sim7$ )

としたとき、

$$0.6 < |f_1/f_2| < 1.5 \quad \cdots (2)$$

$$1.0 < |f_7/f_6| < 3.0 \quad \cdots (3)$$

なる条件を満足することが好ましい。上記条件(2)は、主に歪曲収差をバランス良く補正し、かつベッツバル和を良好に補正するためのものである。条件(2)の下限を超える場合には、正の歪曲収差が大きく発生し、また、正のベッツバル和が発生して像面湾曲補正が困難になるため好ましくない。ここで、正の歪曲収差並びに正のベッツバル和をさらに良好に補正するためには、条件(2)の下限を1.0にすることが好ましい。一方、条件(2)の上限を超える場合には、負の歪曲収差が大きく発生し、また、負のベッツバル和が発生して像面湾曲補正が困難になり、さらには、投影光学系の全長が長くなるため好ましくない。

【0009】上記条件(3)も、主に歪曲収差をバランス良く補正し、かつベッツバル和を良好に補正するためのものである。条件(3)の下限を超える場合には、正の歪曲収差が大きく発生し、また、正のベッツバル和が発生して像面湾曲補正が困難になるため好ましくなく、またテレ比が小さくなるために、広い露光領域を持

たせることができない。一方、条件(3)の上限を超える場合には、負の歪曲収差が大きく発生するため好ましくない。

【0010】また本発明においては、第1レンズ群のうち最も基板側に配置されるレンズは、基板側に凹面を向けた負レンズであり、第5レンズ群のうち最も原版側に配置されるレンズは、原版側に凹面を向けた負レンズであることが好ましい。この構成により、ベッツバル和を補正するとともに、コマの影響を少なくすることができる。また、第3レンズ群は、少なくとも1つの接合レンズを含むことが好ましい。第3レンズ群は、主に球面収差を補正しているために明るいレンズを有し、ここで軸上色収差を補正することが好ましいからである。接合レンズの具体的な構成としては、例えば、正レンズにクラウンガラス、負レンズにフリントガラスを用いることができる。

【0011】また本発明においては、

$\beta_1$ : 第1レンズ群から第5レンズ群までの光学系の横倍率

$p_{ex}$ : 第1レンズ群から第5レンズ群までの光学系による結像位置から、第1レンズ群から第5レンズ群までの光学系の近軸射出瞳位置までの距離

とするとき、

$$0.7 \leq |\beta_1| \leq 1.4 \quad \cdots (4)$$

$$0.5 < |p_{ex}/L| \quad \cdots (5)$$

なる条件を満足することが好ましい。上記条件(4)

は、第1レンズ群から第5レンズ群までの光学系が、ほぼ等倍の倍率を持つことを意味している。このような条件を設定することで、第5レンズ群の有効径があまり大きくなり、大型レンズが少なくなる。

【0012】また上記条件(5)は、第1レンズ群から第5レンズ群までの光学系が、ほぼ後側テレセントリックであることを意味している。このような条件を設定することで、第6レンズ群と第7レンズ群に必要な機能を明確にさせている。すなわち、第1レンズ群から第5レンズ群までの光学系は、絞りを挟んで対称に近い形状とはなっていないため、正の歪曲収差及び正のベッツバル和を持ちがちであるが、第6レンズ群と第7レンズ群にてそれらを打ち消す働きを持たせることによって、良好な収差補正を行っている。条件(5)の下限を超える場合において、 $p_{ex} > 0$ のときには、第6レンズ群の屈折力が弱過ぎ、第1レンズ群から第5レンズ群までの光学系で発生する正の歪曲収差及び正のベッツバル和を十分に補正しきれない。また条件(5)の下限を超える場合において、 $p_{ex} < 0$ のときには、第6レンズ群と第7レンズ群のテレ比をより大きく取らなければならず、全長も長くなるため好ましくない。

【0013】また本発明においては、

$$0.04 < |f_6/L| < 0.20 \quad \cdots (6)$$

なる条件を満足することが好ましい。上記条件(6)の

下限を超える場合には、第6レンズ群のパワーが大きくなり過ぎ、テレセントリック性が確保できない。また負の歪曲収差が甚大に発生するので好ましくない。ここでテレセントリック性を確保しながら負の歪曲収差を抑えるためには、下限を0.05とすることが好ましい。また、条件(6)の上限を超える場合には、第1レンズ群から第5レンズ群で発生しがちな正のベッツパル和を補正しきれず好ましくない。また、第6レンズ群の厚みを増すことで正のベッツパル和を補正することができるが、全長が長くなるために好ましくない。また、第6レンズ群は、互いに凹面を向け合う1対の負レンズを少なくとも1組持つことが好ましい。また本発明は、原版を照明する照明工程と；上記いずれかの投影光学系を用いて前記原版のパターン面の像を基板の感光面上に投影露光する露光工程と；を含むことを特徴とする露光方法である。

#### 【0014】

【発明の実施の形態】本発明の実施の形態を図面によって説明する。図1は本発明の第1実施例の投影光学系を示し、図4は第2実施例の投影光学系を示す。いずれの実施例の投影光学系も、マスクMのパターン面の像をガラスプレートPの感光面上に投影して露光するものであり、マスクM側から順に、正の屈折力を持つ第1レンズ群G<sub>1</sub>と、負の屈折力を持つ第2レンズ群G<sub>2</sub>と、正の屈折力を持つ第3レンズ群G<sub>3</sub>と、負の屈折力を持つ第4レンズ群G<sub>4</sub>と、正の屈折力を持つ第5レンズ群G<sub>5</sub>と、負の屈折力を持つ第6レンズ群G<sub>6</sub>と、正の屈折力を持つ第7レンズ群G<sub>7</sub>とからなる。

【0015】第1実施例の投影光学系の第1レンズ群G<sub>1</sub>は、プレートP側に凹面を向けた平凹レンズL<sub>11</sub>と、2枚の両凸レンズL<sub>12</sub>、L<sub>13</sub>と、プレートP側に凹面を向けた正メニスカスレンズL<sub>14</sub>と、プレートP側に凹面を向けた負メニスカスレンズL<sub>15</sub>からなる。すなわち、第1レンズ群G<sub>1</sub>のうち、最もプレートP側に配置されるレンズL<sub>15</sub>は、プレートP側に凹面を向けた負レンズである。第2レンズ群G<sub>2</sub>は、両凸レンズL<sub>21</sub>と、両凹レンズL<sub>22</sub>と、マスクM側に凹面を向けた正メニスカスレンズL<sub>23</sub>と、該レンズL<sub>23</sub>に接合された負メニスカスレンズL<sub>24</sub>からなる。第3レンズ群G<sub>3</sub>は、両凸レンズL<sub>31</sub>と、両凹レンズL<sub>32</sub>と、該レンズL<sub>32</sub>に接合された両凸レンズL<sub>33</sub>と、3枚の両凸レンズL<sub>34</sub>、L<sub>35</sub>、L<sub>36</sub>からなり、レンズL<sub>35</sub>とL<sub>36</sub>との間に開口絞りASが配置されている。

【0016】第4レンズ群G<sub>4</sub>は、両凸レンズL<sub>41</sub>と、該レンズL<sub>41</sub>に接合された両凹レンズL<sub>42</sub>と、プレートP側に凹面を向けた負メニスカスレンズL<sub>43</sub>と、マスクM側に凹面を向けた負メニスカスレンズL<sub>44</sub>と、該レンズL<sub>44</sub>に接合された正メニスカスレンズL<sub>45</sub>からなる。第5レンズ群G<sub>5</sub>は、マスクM側に凹面を向けた負メニ

【主要諸元】

スカスレンズL<sub>51</sub>と、マスクM側に凹面を向けた正メニスカスレンズL<sub>52</sub>と、2枚の両凸レンズL<sub>53</sub>、L<sub>54</sub>と、プレートP側に凹面を向けた正メニスカスレンズL<sub>55</sub>からなる。すなわち、第5レンズ群G<sub>5</sub>のうち、最もマスクM側に配置されるレンズL<sub>51</sub>は、マスクM側に凹面を向けた負レンズである。

【0017】第6レンズ群G<sub>6</sub>は、両凹レンズL<sub>61</sub>と、プレートP側に凹面を向けた正メニスカスレンズL<sub>62</sub>と、両凹レンズL<sub>63</sub>と、マスクM側に凹面を向けた負メニスカスレンズL<sub>64</sub>と、マスクM側に凹面を向けた正メニスカスレンズL<sub>65</sub>と、該レンズL<sub>65</sub>に接合された負メニスカスレンズL<sub>66</sub>からなる。すなわち、第6レンズ群G<sub>6</sub>は、互いに凹面を向け合う1対の負レンズL<sub>63</sub>、L<sub>64</sub>を1組持っている。第7レンズ群G<sub>7</sub>は、3枚の両凸レンズL<sub>71</sub>、L<sub>72</sub>、L<sub>73</sub>と、マスクM側に凹面を向けた負メニスカスレンズL<sub>74</sub>からなる。

【0018】次に、第2実施例の投影光学系の第2レンズ群G<sub>2</sub>、第3レンズ群G<sub>3</sub>、第5レンズ群G<sub>5</sub>及び第7レンズ群G<sub>7</sub>は、第1実施例とほぼ同様に形成されている。第2実施例の第1レンズ群G<sub>1</sub>は、両凹レンズL<sub>11</sub>と、2枚の両凸レンズL<sub>12</sub>、L<sub>13</sub>と、プレートP側に凹面を向けた正メニスカスレンズL<sub>14</sub>と、プレートP側に凹面を向けた負メニスカスレンズL<sub>15</sub>からなる。第4レンズ群G<sub>4</sub>は、両凸レンズL<sub>41</sub>と、該レンズL<sub>41</sub>に接合された両凹レンズL<sub>42</sub>と、プレートP側に凹面を向けた負メニスカスレンズL<sub>43</sub>と、両凹レンズL<sub>44</sub>と、該レンズL<sub>44</sub>に接合された正メニスカスレンズL<sub>45</sub>からなる。第6レンズ群G<sub>6</sub>は、プレートP側に凹面を向けた正メニスカスレンズL<sub>61</sub>と、2枚の両凹レンズL<sub>62</sub>、L<sub>63</sub>と、マスクM側に凹面を向けた2枚の負メニスカスレンズL<sub>64</sub>、L<sub>65</sub>と、該レンズL<sub>65</sub>に接合された負メニスカスレンズL<sub>66</sub>からなる。

【0019】以下の表1と表2に、それぞれ第1実施例と第2実施例の諸元を示す。両表の「主要諸元」中、 $\beta$ は全系の投影倍率、NAは像側最大開口数である。また、「レンズ諸元」中、第1欄NoはマスクM側からの各レンズ面の番号、第2欄rは各レンズ面の曲率半径、第3欄dは各レンズ面から次のレンズ面までの光軸上の距離、第4欄n<sub>g</sub>は各レンズ面から次のレンズ面までを満たすレンズ（空欄は空気）のg線（435.8nm）に対する屈折率、第5欄νは各レンズのアッペ数、第6欄は各レンズの番号を表わす。アッペ数νは、
$$\nu \equiv (n_{435.8} - 1) / (n_{430.8} - n_{440.8})$$
によって定義している。また両表の「条件式対応値」に、前記各条件式(1)～(6)中のパラメータの値を示す。

#### 【0020】

##### 【表1】

$\beta = -2$      $NA = 0.10$      $L = 1350$

[レンズ諸元]

No	r	d	$n_g$	$\nu$			
0	$\infty$	79.99982			M 1	$\infty$	15.00
000	1.603528	482.4	$L_{11} 2$	449.04956	15.81014		
3	2121.12630	26.31658	1.594168	316.6	$L_{12} 4$	-313.98974	1.
00000							
5	496.22206	33.67480	1.458142	746.2	$L_{13} 6$	-203.60765	1.
00000							
7	390.27993	15.00000	1.458142	746.2	$L_{14} 8$	503.81262	1.
00000							
9	275.48793	15.00000	1.603528	482.4	$L_{15} 10$	197.95433	47.
20659							
11	315.09279	20.84751	1.466735	557.6	$L_{21} 12$	-900.00000	13.
21276							
13	-194.64227	15.00000	1.594168	316.6	$L_{22} 14$	201.16393	49.
77543							
15	-255.68651	26.39232	1.458142	746.2	$L_{23} 16$	-125.64319	0.
00000							
17	-125.64319	19.13717	1.594168	316.6	$L_{24} 18$	-400.00000	13.
23597							
19	6152.56555	16.53584	1.466735	557.6	$L_{31} 20$	-1000.00000	19.
31445							
21	-592.24775	15.00000	1.594168	316.6	$L_{32} 22$	399.01671	0.
00000							
23	399.01671	39.05412	1.603528	482.4	$L_{33} 24$	-319.54761	8.
30510							
25	4228.37435	24.25459	1.603528	482.4	$L_{34} 26$	-463.97851	3.
99616							
27	589.01514	27.54272	1.603528	482.4	$L_{35} 28$	-700.00000	8.
00000							
29	-	14.95519			A S 30	320.65472	35.
49534	1.603528	482.4	$L_{36} 31$	-1696.60300	1.00000		
32	220.10708	42.20697	1.458142	746.2	$L_{41} 33$	-385.00000	0.
00000							
34	-385.00000	18.25323	1.594168	316.6	$L_{42} 35$	283.66839	26.
66455							
36	1012.26995	17.73649	1.603528	482.4	$L_{43} 37$	135.99383	34.
17264							
38	-319.24620	24.90771	1.603528	482.4	$L_{44} 39$	-2646.15100	0.
00000							
40	-2646.15100	25.71713	1.594168	316.6	$L_{45} 41$	-561.90723	38.
3629142	-177.67542			21.05138		1.45	
8142	746.2	$L_{51} 43$	-2419.3500	5.			
54418							
44	-1682.55800	19.92022	1.603528	482.4	$L_{52} 45$	-312.26290	1.
00000							
46	1927.12944	19.11191	1.603528	482.4	$L_{53} 47$	-569.67017	1.
00000							
48	328.09212	22.98349	1.603528	482.4	$L_{54} 49$	-2522.91200	1.

00000

50 258.12423 21.05532 1.603528 482.4 L<sub>55</sub>51 1087.77637 11.  
 9985252 -586.74704 15.00000 1.59  
 4168 316.6 L<sub>61</sub>53 171.73271 14.

54068

54 520.33784 15.82178 1.466735 557.6 L<sub>62</sub>55 3476.28331 9.  
 71075

56 -573.08074 15.00000 1.594168 316.6 L<sub>63</sub>57 373.08358 19.  
 78422

58 -295.62296 15.00000 1.466735 557.6 L<sub>64</sub>59 -2581.60800 20.  
 50460

60 -180.86791 19.58328 1.594168 316.6 L<sub>65</sub>61 -143.83761 0.  
 00000

62 -143.83761 15.00000 1.603528 482.4 L<sub>66</sub>63 -515.83122 10.  
 70607

64 3370.25553 22.00000 1.603528 482.4 L<sub>71</sub>65 -560.00000 1.  
 00000

66 1180.38000 33.14677 1.603528 482.4 L<sub>72</sub>67 -374.77101 1.  
 00000

68 2653.19791 35.42440 1.458142 746.2 L<sub>73</sub>69 -298.96023 7.  
 02823

70 -271.02842 15.00000 1.594168 316.6 L<sub>74</sub>71 -330.35911 89.  
 9999272 ∞ P

[条件式対応値]

- (1)  $L/E_i = 6.750$   
 (2)  $|f_1/f_2| = 1.364$   
 (3)  $|f_7/f_6| = 2.655$   
 (4)  $|\beta_1| = 0.776$   
 (5)  $|P_{ex}/L| = 3.409$   
 (6)  $|f_6/L| = 0.063$

【0021】

【表2】

[主要諸元]

 $\beta = -2$  NA=0.10 L=1350

[レンズ諸元]

No	r	d	$n_g$	$\nu$			
0	∞	80.38399			M1	-5725.44300	15.00
000	1.603528	482.4	L <sub>11</sub> 2	433.65608		15.81014	
3	788.34439	26.07935	1.594168	316.6	L <sub>12</sub> 4	-272.75929	1.
00000							
5	832.57153	29.23512	1.458142	746.2	L <sub>13</sub> 6	-223.98176	1.
00000							
7	216.96158	15.00000	1.458142	746.2	L <sub>14</sub> 8	225.10804	1.
00000							
9	171.46202	15.00000	1.603528	482.4	L <sub>15</sub> 10	145.18576	51.
42927							
11	305.12054	20.30344	1.466735	557.6	L <sub>21</sub> 12	-900.00000	10.
78107							
13	-226.12167	15.00000	1.594168	316.6	L <sub>22</sub> 14	186.44293	50.
10923							
15	-240.00329	39.68896	1.458142	746.2	L <sub>23</sub> 16	-115.66876	0.

00000  
17 -115.66876 25.93302 1.594168 316.6 L<sub>24</sub>18 -400.00000 5.  
85854  
19 4624.17206 15.84250 1.466735 557.6 L<sub>31</sub>20 -1000.00000 17.  
59823  
21 -603.36858 15.00000 1.594168 316.6 L<sub>32</sub>22 425.08233 0.  
00000  
23 425.08233 35.44013 1.603528 482.4 L<sub>33</sub>24 -284.29484 4.  
2423525 5497.14835 22.39936 1.60  
3528 482.4 L<sub>34</sub>26 -474.71728 1.  
00000  
27 651.45269 26.01687 1.603528 482.4 L<sub>35</sub>28 -700.00000 8.  
00000  
29 - 10.00000 A S 30 314.61190 29  
.34121 1.603528 482.4 L<sub>36</sub>31 -1585.21300 1.00000  
32 213.97668 44.14720 1.458142 746.2 L<sub>41</sub>33 -385.00000 0.  
00000  
34 -385.00000 22.97203 1.594168 316.6 L<sub>42</sub>35 259.56388 22.  
96476  
36 1410.06067 15.07853 1.603528 482.4 L<sub>43</sub>37 135.99383 51.  
05019  
38 -408.44983 15.00000 1.603528 482.4 L<sub>44</sub>39 617.96073 0.  
00000  
40 617.96073 15.00000 1.594168 316.6 L<sub>45</sub>41 1134.97121 59.  
88876  
42 -128.49983 22.63975 1.458142 746.2 L<sub>51</sub>43 -377.47234 1.  
00000  
44 -1211.03900 22.75597 1.603528 482.4 L<sub>52</sub>45 -285.03121 1.  
00000  
46 7473.66878 27.65096 1.603528 482.4 L<sub>53</sub>47 -285.88526 1.  
00000  
48 808.85984 23.11052 1.603528 482.4 L<sub>54</sub>49 -696.96479 1.  
00000  
50 360.59946 15.00000 1.603528 482.4 L<sub>55</sub>51 397.96379 8.  
01929  
52 575.52490 15.00000 1.594168 316.6 L<sub>61</sub>53 966.73761 13.  
60569  
54 -643.72594 15.00000 1.466735 557.6 L<sub>62</sub>55 1157.06936 17.  
1059256 -326.02118 15.00000 1.59  
4168 316.6 L<sub>63</sub>57 510.57803 21.  
76084  
58 -295.62296 15.00000 1.466735 557.6 L<sub>64</sub>59 -1808.02300 23.  
80123  
60 -180.70417 15.00000 1.594168 316.6 L<sub>65</sub>61 -341.43405 0.  
00000  
62 -341.43405 16.18344 1.603528 482.4 L<sub>66</sub>63 -399.51834 1.  
00000  
64 642706.94000 22.00000 1.603528 482.4 L<sub>71</sub>65 -560.00000 1.  
00000  
66 1180.38000 30.79885 1.603528 482.4 L<sub>72</sub>67 -449.01599 1.



00000

68 908.80170 42.38014 1.458142 746.2 L<sub>73</sub>69 -272.74326 5.

59316

70 -262.82575 15.00000 1.594168 316.6 L<sub>74</sub>71 -460.76508 89.

99996

72 ∞

P

[条件式対応値]

(1)  $L/E_i = 6.750$ (2)  $|f_1/f_2| = 1.270$ (3)  $|f_7/f_6| = 1.803$ (4)  $|\beta_1| = 1.130$ (5)  $|p_{ex}/L| = 2.109$ (6)  $|f_6/L| = 0.103$ 

【0022】図2に第1実施例の球面収差、非点収差及び歪曲収差を示し、図3にメリジオナル面内の光線の横収差を示し、図4にサジタル面内の光線のサジタル方向の横収差を示す。同様に図5～図8に第2実施例の諸収差を示す。各収差図において、Yは像高を表わす。非点収差図において、Mはメリジオナル像面を表わし、Sはサジタル像面を表わす。各収差図より明らかなように、所要のレンズ構成と前記各条件式(1)～(6)を満たすことにより、両実施例とも優れた結像性能を有することが分かる。

【0023】

【発明の効果】以上のとおり、本発明によれば、両側テレセントリックでありながら、広い露光領域にわたって諸収差を良好に補正し得る高性能な投影光学系が実現できる。また、本発明の好ましい態様によれば、極めて広い露光領域において、広いスペクトル幅について良好に色収差補正がなされた投影光学系が実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1実施例の投影光学系のレンズ構成図であ

る。

【図2】第1実施例の投影光学系の球面収差、非点収差及び歪曲収差図である。

【図3】第1実施例の投影光学系のメリジオナル方向の横収差図である。

【図4】第1実施例の投影光学系のサジタル方向の横収差図である。

【図5】第2実施例の投影光学系のレンズ構成図である。

【図6】第2実施例の投影光学系の球面収差、非点収差及び歪曲収差図である。

【図7】第2実施例の投影光学系のメリジオナル方向の横収差図である。

【図8】第2実施例の投影光学系のサジタル方向の横収差図である。

【符号の説明】

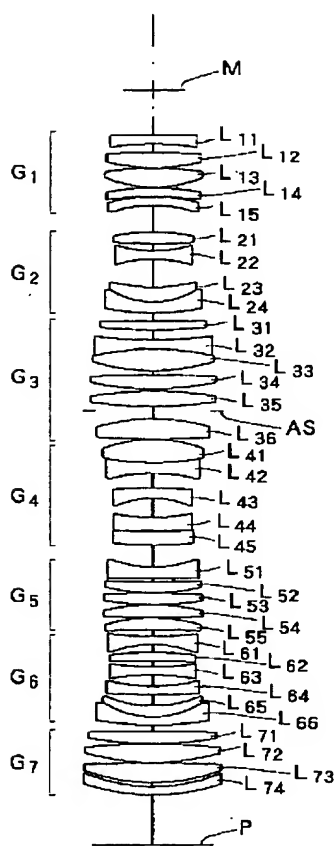
M…マスク

P…プレート

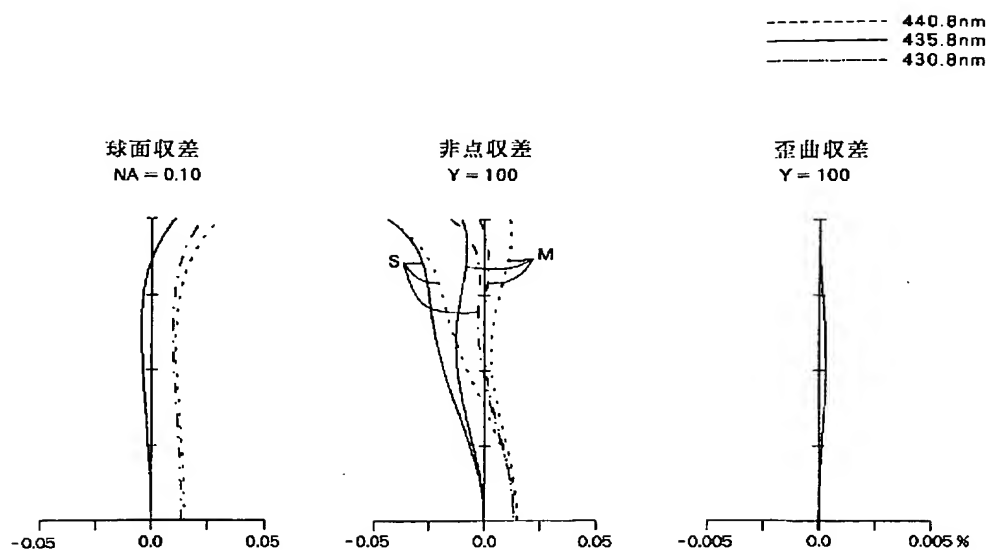
G<sub>1</sub>～G<sub>7</sub>…レンズ群L<sub>11</sub>～L<sub>74</sub>…レンズ

AS…開口絞り

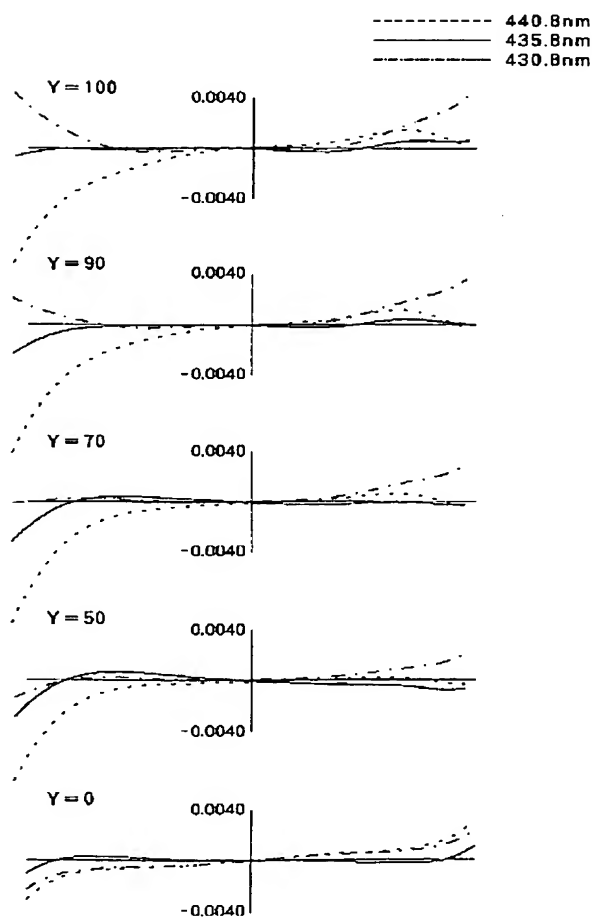
【図1】



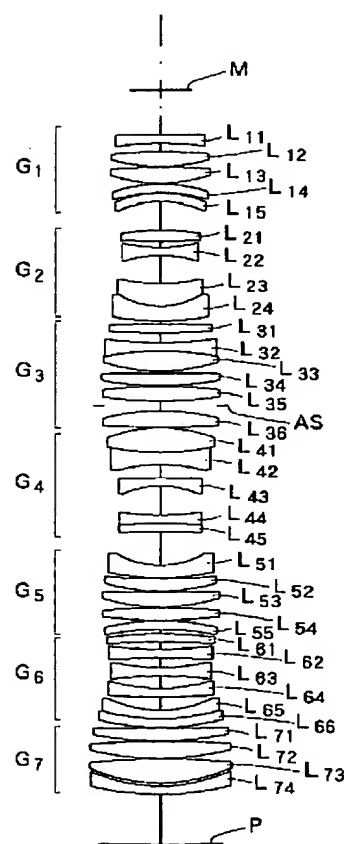
【図2】



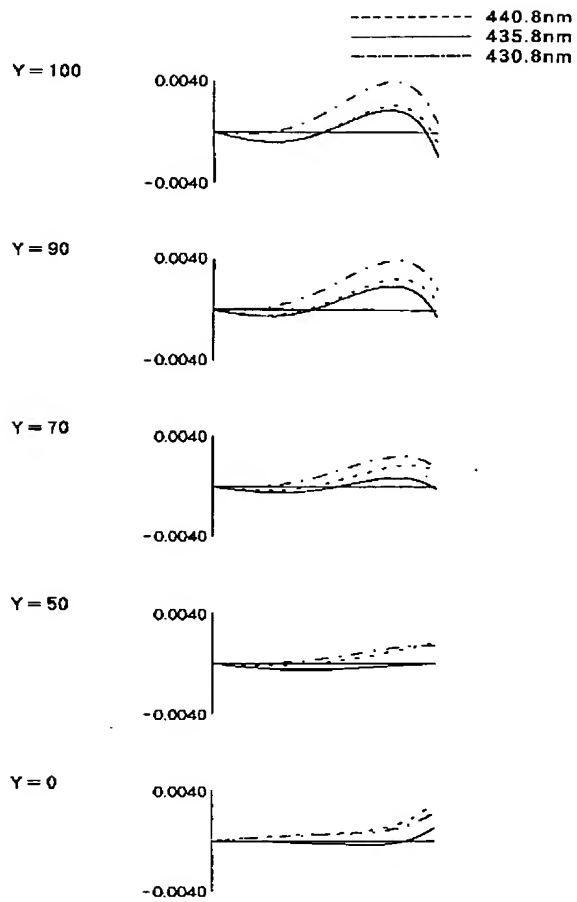
【図3】



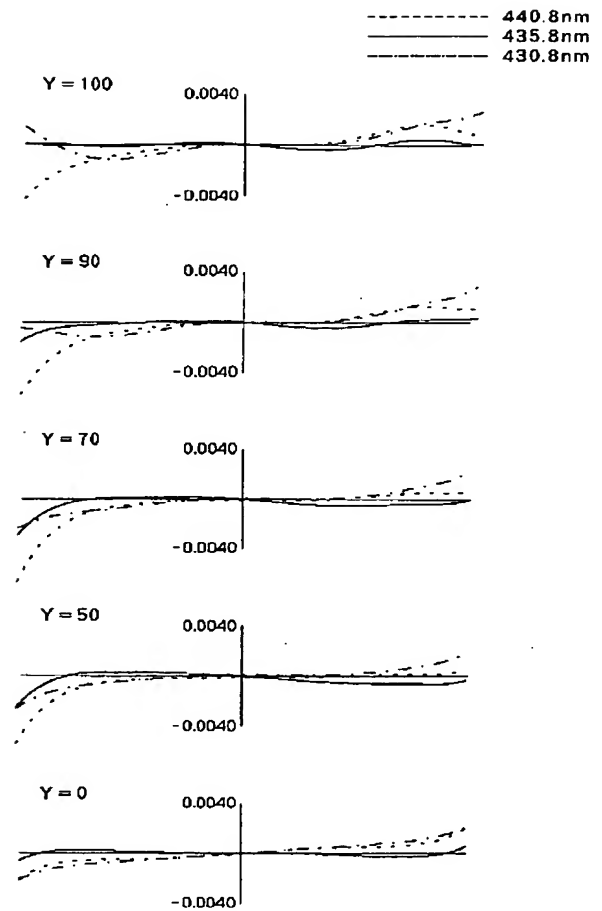
【図5】



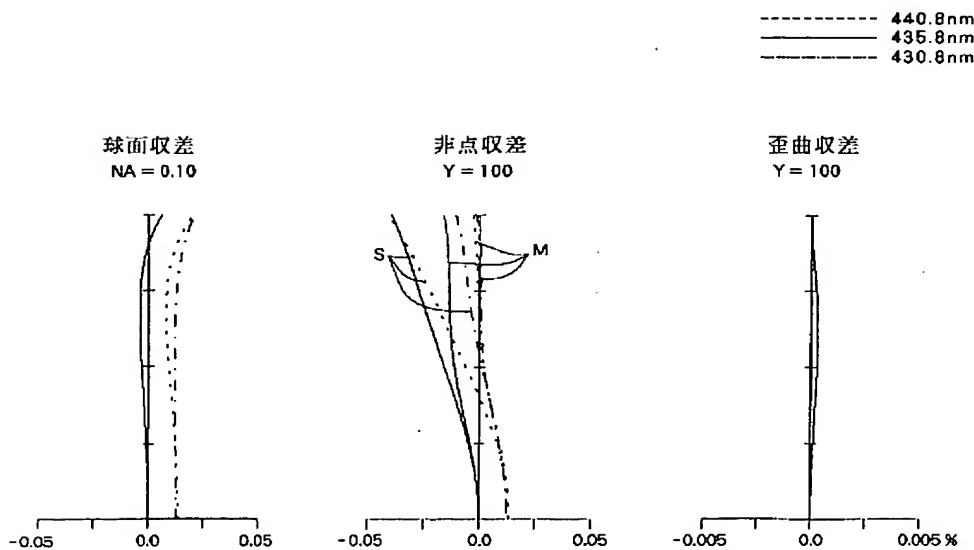
【図4】



【図7】



【図6】



【図8】

